



## OCENE KRITIČNOSTI TRANSPORTNE INFRASTRUKTURE

### ASSESSMENT OF THE CRITICAL TRANSPORT INFRASTRUCTURE

Pavle Kasap, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

#### Oblast - SAOBRAĆAJ

**Kratak sadržaj** – *Transport je privredna delatnost sa velikim društvenim troškovima i obično je preduslov razvoja ili bitan factor za ubrzavanje razvoja. Istovremeno, transport i transportna infrastruktura su integrišući faktor u prostoru. Definisane okvira kritične infrastrukture u mnogim zemljama je različito i zavisi od raznih specifičnosti kao što su političke prilike ili geografske karakteristike. Objekti kritične infrastrukture predstavljaju objekte od vitalnog značaja za svaku državu, pa je zaštita njihove bezbednosti od izuzetne važnosti. Pod kritičnom infrastrukturom prvenstveno se misli na telekomunikacione objekte, objekte za proizvodnju i prenos električne energije, skladištenje i transport nafte, gasa i drugih derivata, vodosnabdevanje, saobraćaj, objekte vitalnih državnih institucija i slično. Zaštita objekata kritične infrastrukture, predstavlja kompleksan sistem bezbednosne opreme, ljudi i procedura koje se moraju poštovati kako bi bezbednost bila na odgovarajućem nivou.*

**Ključne reči:** *kritična infrastruktura, infrastruktura, kritična transportna infrastruktura, rezilijentnost kritične infrastrukture*

**Abstract** – *Transport is an economic activity with high social costs and is usually a precondition for development or important for accelerating development. At the same time, transport and transport infrastructure are an integral factor in space. Defining the framework of critical infrastructure in many countries is different and depends on various specifics, ranging from political opportunities to geographic locations. Critical infrastructure facilities are objects of vital importance for each country, so the protection of their security is of paramount importance. It primarily refers to telecommunication facilities, facilities for the production and transmission of electricity, storage and transport of oil, gas and other derivatives, water supply, traffic, facilities of vital state institutions, and the like. Protection of critical infrastructure facilities is a complex system of security equipment, people and procedures that must be respected in order to ensure security at the appropriate level.*

**Keywords:** *critical infrastructure, infrastructure, critical transport infrastructure, critical infrastructure stability*

#### 1. UVOD

Razvoj privrede i društva uslovio je promene u razvoju sistema tražnje transportnih usluga, što je pozitivno uticalo na razvoj transportne tehnike i tehnologije, zbog čega su i nastale promene u sistemu ponude transportnih usluga i stečeni uslovi za tehničko-tehnološke revolucije u transportu. Drumski transport, prvi je doživeo ekspanziju i bio dominantan, tako da je ugrozio železnički vid transporta, što je za posledicu imalo znatno smanjenje učešća železnice gotovo u svim segmentima tržišta. Pod dejstvom različitih okolnosti, železnica nije uspevala da iskoristi i razvije svoje komparativne prednosti u odnosu na druge vidove transporta (nezavisnost od vremenskih prilika, tačnost, redovnost, potrošnja energije, zaštita životne sredine, itd.). Nove tehnologije transporta, u ukupnom transportnom lancu u prevozu robe od proizvođača do potrošača, postavljaju nužnost racionalizacije u ukupnoj privredi i direktno utiču na konkurentnu sposobnost za uklapanje nacionalne privrede u međunarodnu podelu rada. To se nameće kao neminovnost i našoj zemlji. Postojeća tehnika i tehnologija ali i organizacija manipulisanja robom, transportom, skladištenjem i pretovarom robe, postale su prepreka dinamičnoj proizvodnji i uspešnom transportu, s odrazom na veliki rast transportnih troškova u prodajnoj ceni robe.

U poslednjoj dekadi načinjeni su značajni koraci da se elementi kritične infrastrukture analiziraju sa aspekta rizika i pripreme za događaje koji mogu ometati njihov rad kroz izradu planova zaštite, tako da se ublaži ugroženost sistema na svim nivoima (regionalni, nacionalni i lokalni). Ipak, strategije koje su usmerene ka uspešnoj prevenciji krajnje negativnih scenarija (terorističkih napada ili prirodnih katastrofa većih razmera), iako veoma efikasne, ne moraju da znače da je izvršena optimalna alokacija resursa koji su potrebni za zaštitu. Ovo veoma složeno pitanje nivoa ugroženosti predstavlja veliki izazov za pravilno planiranje odgovora na prirodne ili druge nepogode.

#### 2. TRANSPORTNA INFRASTRUKTURA

Transport je privredna delatnost sa velikim društvenim troškovima i obično je preduslov razvoja ili bitan faktor za ubrzavanje razvoja. Istovremeno, transport i transportna infrastruktura su integrišući faktori u prostoru. Vrlo često se razvijenost neke regije ili države meri razvijenošću transportne infrastrukture. Na razvoj transporta i transportne infrastrukture utiču mnogobrojni faktori. Jedan od uticajnih faktora su i geopolitičke promene, u bližem i daljemo kruženju. U protekle dve decenije u Evropi su se desile velike promene: neke

#### NAPOMENA:

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Marinko Maslarić, docent.**

države su se spajale, druge države su se delile na više manjih država, jačala je koheziona snaga Evropske unije i povećavao se broj njenih članica. Najdramatičnije promene su bile u jugoistočnoj Evropi, gde je raspadom Jugoslavije nastalo 7 novih država: Slovenija, Hrvatska, Bosna i Hercegovina, Srbija, Crna Gora, Kosovo\* i [Bivša Jugoslovenska Republika] Makedonija. Evropska unija je već u toku i odmah nakon okončanja geopolitičkih promena organizovala „paneuropske konferencije o transportu“ koje su imale za cilj postavljanje novih osnova evropske transportne politike [1].

## 2.1. Saobraćajno-transportni sistem

Saobraćajni i transportni sistem je veoma složen, dinamičan sistem koji karakterišu sledeće komponente[1]: **Konceptualni okvir** – čine ih društveno – politički aranžmani zemalja(e), a predstavljaju ga zakoni, propisi i druga regulatorna akta u ovoj oblasti koje regulišu odnose, međusobne veze, dimenzionisanje, način rada itd. u jednom saobraćajnom i transportnom sistemu.

**Funkcionalni okvir** – to su državna, koordinaciona, izvršna i druga funkcionalna tela u okviru EU i UN. Ova tela omogućavaju funkcionalnu organizaciju, upravljanje, izvršavanje i kontrolu pojedinih podсистema ili čitavog saobraćajnog i transportnog sistema.

**Prirodni uslovi** – to su geosaobraćajne i geografske (npr. klima, meteorološke situacije, godišnji period, dan-noć) i druge prirodne karakteristike. Ovi elementi stvaraju uslove za sigurnost i potpunu pouzdanost rada, u zavisnosti od štetnih uticaja itd.

**Tehničko-tehnološki uslovi** –su karakteristike infrastrukture i korišćenja saobraćajne infrastrukture, karakteristike transportnih sredstava u okviru industrije, karakteristike fabričkih jedinica i manipulatora itd. Ovi elementi obezbeđuju kapacitet, protok saobraćaja, propusnost, gustinu i druge elemente eksploatacije koji se odnose na saobraćaj i protok robe, infrastrukturu, prevozna sredstva, fabričke jedinice i manipulatore u osnovnim industrijskim transportima.

**Biološki** – predstavljaju naučne i stručne, kao i sve druge delatnosti koja se bave problemima efikasnog rada transportnog sistema. donošenje odluka, trening orijentacije za potrebe svih transportnih sektora.

Transportna politika EU je jedna od najzahtevnijih zajedničkih politika, Delimično je identifikovana u osnivačkim dogovorima EU i fokusirana je na uklanjanju granica između država članica i slobodno kretanje ljudi i roba. Glavni cilj je proširenje transportnih veza širom Evrope, maksimiziranje prednosti prostora, povećanje sigurnosti i međunarodna saradnja. Uspostavljanjem jedinstvenog unutrašnjeg tržišta u EU, izvršena je glavna prekretnica za zajedničku transportnu politiku.

## 2.2. Nacionalni saobraćajno-transportni sistem

U okviru nacionalnog saobraćajnog i transportnog sistema postoji više podсистema [1]:

- drumski saobraćaj,
- železnički saobraćaj,
- vazdušni saobraćaj,
- pomorski saobraćaj.

- transport unutrašnjim plovnim putevima,
- poštanski saobraćaj,
- telekomunikacijski saobraćaj,
- kablovski saobraćaj,
- cevovodni saobraćaj;

Međunarodni saobraćajni i transportni sistem je viši sistem od različitih nacionalnih saobraćajnih i transportnih sistema. Moraju se posmatrati u određenoj interakciji, kako bi sistem mogao blagovremeno upravljati i odgovarati na bilo kakve probleme. Dakle, međunarodni saobraćajni i transportni sistem na nacionalnom nivou pomaže aktivnijem uključivanju nacionalne ekonomije u međunarodnu podelu rada, posebno uvođenju nacionalnih proizvođača na međunarodno tržište i povoljnijeg uvoza sirovina za potrebe nacionalne proizvodnje. Ni jedno ni drugo ne može funkcionisati bez organizacije multimodalnog i kombinovanog transporta.

## 3. KONCEPT KRITIČNE INFRASTRUKTURE

Potreba dinamičkog, proaktivnog i strateškog pristupa naročito je neophodna u procesu planiranja zaštite kritične infrastrukture u uslovima različitih tipova kriznih i vanrednih situacija.

Infrastruktura se posmatra kao logistička funkcija kojom se obezbeđuju povoljni uslovi za kvalitetno obavljanje drugih logističkih funkcija. Porastom opasnosti od asimetričnih pretnji, naročito terorizma, u savremenim teorijskim analizama, ali i u praksi, sve je prisutniji izraz „kritična infrastruktura“. Neposredno nakon terorističkih napada od septembra 2001. godine, kritična infrastruktura postala je bitan i suštinski deo nacionalne bezbednosti, a njena zaštita predstavlja jedan od prioriteta svake države. Postoji više definicija kritične infrastrukture, ali se sve one, u principu, odnose na sredstva i imovinu, koja je ključna za neometano funkcionisanje ekonomije i društva. Kritična infrastruktura obuhvata pojedine institucije javnog i privatnog sektora, kanale distribucije i „mreže“ osoba i informacija koje garantuju nesmetani kontinuiran protok ljudi, roba, servisa, usluga što je ključno za stabilnost ekonomskog i bezbednosnog sistema zemlje[2]. U kategoriju „kritične infrastrukture“ ubrajaju se telekomunikacije, elektroprivreda, skladištenje i prenos gasa i nafte, bankarstvo i finansije, transport, vodosnabdevanje, hitne službe, (uključujući medicinske, policijske, vatrogasne i spasilačke) i druge institucije.

### 3.1. Kritična infrastruktura u Evropskoj uniji

Građani EU očekuju da će ključna infrastruktura funkcionisati slobodno, bez obzira ko je njen neposredni menadžer. Od vlada se zahteva da koordinišu rad privatnih i javnih službi za upravljanje javnom infrastrukturom (Komunikacija Evropske Komisije sa Savetom i Evropskim parlamentom – Zaštita kritične infrastrukture u borbi protiv terorizma 2004. godine). Postoji veliki broj dokumenata koji regulišu otkrivanje opasnosti i određuje akciju u slučaju velikih nesreća u oblasti nuklearne energije. EU je počela da ubrzava razvoj drugih sektora ključne infrastrukture i od 2004. godini razvija zajednički evropski program zaštite kritične infrastrukture.

Trenutno se formuliše i usvaja kriterijum stepena gubitka infrastrukture na kojoj bi trebalo odrediti stepen kritičnosti infrastrukture EU. Trebalo bi da se zasnivaju na principu supsidijarnosti uspostavljanjem jedinstvenog okvira za utvrđivanje kritičnosti objekata i infrastrukturnih sektora na nivou EU istovremeno sa smernicama za države članice koje će takođe morati da definišu vlastitu nacionalnu kritičnu infrastrukturu.

### 3.2. Kritični sektori u EU

Kritična infrastruktura raste preko nekoliko npr. „servisnih sektora“ koji zahtevaju ne samo fizičke objekte koji obezbeđuju stvaranje, već i različite lance i mreže za isporuku. U svetlu napada usmerenih protiv društva u celini i protiv pojedinačnih industrijskih instalacija, država i organi moraju snositi troškove i odgovornost za pojačavanje određenih sigurnosnih mera od strane državnih organa. Stoga je jasno preneti odgovornost za održavanje i zavaravanje važne infrastrukture na stranu javnog sektora i stavljanja privatnog sektora u ulogu potencijalnog partnera za osiguranje nesolventnosti garantovanog od strane vlade. Moguće je navesti sledeće potencijalne kritične elemente za opasnost infrastrukture pomenutih u zvaničnim dokumentima EU dizajniranim za kreiranje jedinstvenog evropskog plana kriterijuma kritične infrastrukture a to su [1].

- materijalni elementi,
- nematerijalni elementi (senzori, menadžment, informacioni sistemi),
- ljudski elementi (donosioci odluka, stručnjaci),
- pristup informacijama (baze podataka, referentni sistemi),
- zavisnost od drugih sistema (energija, telekomunikacije),
- posebne procedure (organizacija, otklanjanje grešaka itd.).

## 4. KRITIČNA TRANSPORTNA INFRASTRUKTURA

Pitanje kritične transportne infrastrukture postaje veoma važno u čitavoj Evropi. Ostali sektori kritične infrastrukture, vodoprivreda, zdravstvena zaštita, prehrambena industrija, komunikacione i informacione tehnologije, moraju biti razvijene tako da budu zaštićeni od prirodnih, klimatskih, tehničkih i terorističkih rizika. Poslednje iskustvo krize prirodnog gasa i transport gasa iz Rusije pokazuje koliko lako ekonomija evropskih zemalja može pretrpeti štete uzrokovane krizom. Poremećaj ili uništenje kritične infrastrukture ili elemenata kritične infrastrukture može rezultirati smrtnim slučajevima, ozbiljnim oštećenjem ljudskog zdravlja, imovinskom štetom, degradacijom životne sredine i dugoročnim narušavanjem poverenja javnosti u vlasti i druga pravna lica. Transportni i komunikacioni sistemi predstavljaju, između ostalog, kritične infrastrukturne sisteme, čije je efikasno i efektivno funkcionisanje od suštinske važnosti za neometan rast i razvoj privrede i društva. Ovi sistemi predstavljaju „lifeline“ sisteme koji fizički povezuju gradove, ljudske zajednice i susedstva i na taj način omogućavaju rast lokalnih, regionalnih i nacionalnih ekonomija. Ovi međusobno povezani sistemi zajedno

omogućavaju suštinske usluge za moderno društvo: (1) mobilnost ljudi, materijala, dobara i usluga do i od radnih mesta, tržišta, škola, i ostalih destinacija; i (2) konektivnost u cilju komunikacije, javne bezbednosti, hitnih servisa, finansijskih transakcija, i za kontrolu i monitoring ostalih komponenata infrastrukture.

Kritični infrastrukturni sistemi se grade kako bi obezbedili usluge za nekoliko generacija i tokom nekoliko decenija. Ovi sistemi su postali vrlo integrisani u moderan život. Danas ljudi očekuju mogućnost nesmetanog putovanja, u bilo koje vreme, konektivnost da komuniciraju kad god požele. Za rad savremene privrede potrebno je da postoji raspoloživa infrastruktura koja treba da omogući transport sirovih materijala, finalnih proizvoda, isporuku hrane i trajnih dobara na tržišta i u luke, i omogući razmenu ideja i finansijskih transakcija elektronskim putem. Iako nema univerzalno dogovorene definicije ili kriterijuma za kritičnu transportnu infrastrukturu, većina autora se slađe da je *kritična saobraćajnih i transportnih objekata čije bi uklanjanje iz funkcije značajno uticalo na javnu bezbednost, nacionalnu bezbednost, ekonomsku aktivnost ili kvalitet životne sredine.*

### 4.1. Rezilijentnost transportne infrastrukture

Rezilijentnost kritične infrastrukture (CIR) je sposobnost nacionalnog infrastrukturnog sistema da efikasno smanji trajanje i obim štete od katastrofa; njen koncept je sličan terminu „otpornost“ u „poslovnoj otpornosti“. Ova otpornost je sposobnost prevazilaženja promena spoljnog pritiska na određeni sistem i može se tumačiti kao odbojnost, rekuperativna snaga, snaga restitucije, a takođe i snaga sprečavanja katastrofa.

Otpornost je sposobnost sistema da efikasno smanji i veličinu i trajanje sistemskih uticaja i napore za oporavak, a mnoge studije slučaja o troškovima rezilijentnosti pokazuju da naponi za oporavak treba da budu uključeni u procenu fleksibilnosti. Prvo, sistemski uticaj je trošak štete koji je rezultat katastrofe. Na primer, mnogi putnici u blizini područja prirodne katastrofe dožive veoma dugo vreme putovanja i operativne troškove jer je sistem putne mreže paralizovan. U ovoj studiji pretpostavka je da sistemski uticaj šteti transportu.

Konkretno, kada se vrši ekonomska analiza, nedostaci su podeljeni u direktne nedostatke i indirektno nedostatke. Na primer, direktni nedostatak koji se generiše korisnicima koji direktno koriste prevozne kapacitete sadrže neprilagođenost, dodatno vreme putovanja, stopu saobraćajnih nezgoda i troškove rada vozila. Iskustva u transportu, na primer, poboljšanja neudobnosti, sigurnosti i efektivnosti, isključena su iz procedure procene uticaja investicija na transportnu sredinu, jer je teško kvantifikovati.

### 4.2. Ranjivost transportne infrastrukture

Transport predstavlja jednu od najvažnijih ljudskih aktivnosti širom sveta. To je suštinska komponenta ekonomije i igra važnu ulogu u održavanju prostornih odnosa između lokacija. S obzirom na ove tačke obavezan je efikasan i kontinuiran rad transportnog sistema.

Takođe, to će rezultirati infrastrukturnim, ekonomskim i socio-kulturnim gubicima. Da bi se minimizirali ovi negativni efekti, neophodan je efikasan sistem upravljanja rizicima. U ovom delu ukratko je prikazan način procene ranjivosti transportne infrastrukture na primeru preuzetom iz strane literature [3].

Obradena studija tretira pojavu katastrofe kao što je zemljotres i poplava. Model takođe pretpostavlja da se događaji poklapaju. Ova pretpostavka je napravljena da pojednostavi veličinu složenosti istovremenih pojava. Rizik povezan sa određenom katastrofom uglavnom zavisi od tri parametra koji predstavljaju opasnost, ranjivost i ozbiljnost. Opasnost je povezana sa verovatnoćom pojave katastrofe, a ranjivost je osetljivost sredstava koja se razmatraju zbog efekata katastrofe i ozbiljnost je intenzitet ili obim nesreće. Indeks ugroženosti puteva i železnice izračunava se zasebno. Ukupna dužina puteva i železničkih pruga izračunati su za svaki blok mreže i identifikovani su mrežni blokovi sa maksimalnom dužinom puteva i pruga. Ranjivost za puteve i pruge izračunava se kao [3]:

$$v_{rdi} = \frac{L_{rdi}}{L_{rdmax}} \quad v_{rli} = \frac{L_{rli}}{L_{rlmax}} \quad v_{sti} = \frac{N_{sti}}{N_{stmax}}$$

gde su:

$L_{rdi}$  = ukupna dužina puteva u mreži (km);

$L_{rdmax}$  = maksimalna dužina autoputeva identifikovana u svim mrežnim blokovima (km);

$L_{rli}$  = ukupna dužina železničkih pruga u mreži (km);

$L_{rlmax}$  = maksimalna dužina železnice identifikovana u svim mrežnim blokovima (km)

$N_{sti}$  = Broj stanica u železničkoj infrastrukturi

$N_{stmax}$  = maksimalan broj železničkih stanica identifikovanih u svim mrežnim blokovima

$v_{rdi}$  = ranjivost mreže drumskih puteva

$v_{rli}$  = ranjivost železničke mreže

$v_{sti}$  = ranjivost železničkih stanica.

Ranjivost izračunata navedenim izrazom predstavlja obim transportne infrastrukture koja je podložna oštećenjima u datoj mreži. Predstavljena metodologija može vrlo jednostavno biti primenjena za realizaciju realne studije slučaja.

## 5. ZAKLJUČAK

Analiza postojećih mehanizama zaštite kritične infrastrukture u zemljama EU ukazala je na to da postoje razlike u pristupu i merilima koje različite države članice EU koriste za identifikovanje kritične nacionalne infrastrukture. Na primer, neke države članice započinju određivanjem koje su to osnovne usluge koje su društvu potrebne za funkcionisanje, te koji infrastrukturni objekti podržavaju te usluge. Drugi započinju identifikovanjem ključne infrastrukture u svakom sektoru, a zatim procenjuju uticaj na društvo koji bi se dogodio u slučaju njihovog pada. Treći započinju identifikovanjem ključnih operatora u svakome kritičnom sektoru, a zatim prepuštaju operatorima da odrede koji su infrastrukturni objekti kritični za stalnu isporuku njihovih usluga.

Kritična infrastruktura je od suštinskog značaja za dobrobit i pravilno funkcionisanje društva. U literaturi je razvijeno nekoliko pristupa u pogledu pouzdanosti i sigurnosti kritične infrastrukture. Takođe, analizirana literatura definiše nekoliko različitih okvira za definisanje karakteristika elastičnosti (rezilijentnosti) sistema i poboljšanje nivoa otpornosti sistema. Međutim, većina njih predstavlja nekoliko ograničenja. Neke od njih se fokusiraju samo na organizacione aspekte bez uzimanja u obzir drugih dimenzija fleksibilnosti. Drugi se koncentrišu samo na unutrašnje aspekte koji ne obraćaju pažnju na spoljne uključene entitete. Većini pristupa nedostaje detaljni recept o tome koje aktivnosti (primenjene u praksi) treba da budu implementirane u sistem kako bi se poboljšao nivo otpornosti sistema.

Okvir istraživanja za poboljšanje nivoa otpornosti kritične infrastrukture je razvijen uzimajući u obzir interne i eksterne zainteresovane strane koje su uključene u krizu i pokrivaju četiri dimenzije otpornosti definisane u literaturi (tehničke, organizacione, ekonomske i socijalne). Nepohodno je da svaka država vodi računa o svojoj kritičnoj infrastrukturi, sprovodi mere očuvanja kritične infrastrukture i preventivne mere kako ne bi došlo do krize koja bi uticala na kritičnu infrastrukturu.

## 6. LITERATURA

- [1] Pengal B. „Kritična transportna infrastruktura v Republiki Sloveniji“, Univerzitet društvenih nauka u Ljubljani, Ljubljana 2008.
- [2] Škero M., Atelevič V. „Zaštita kritične infrastrukture i osnovni elementi usklađivanja sa direktivom saveta Evrope 2008/114/ES“ Visoke studije bezbednosti i odbrane, Beograd.
- [3] Papnoi A., Surve A. „Vulnerability and risk assessment of Transport Infrastructure of Navi Mumbai for Disaster Risk management and planning“, Department of Civil Engineering, Mumbai, 2017

### Kratka biografija:

**Pavle Kasap** rođen je u Kikindi 1992. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja – logistika odbranio je 2018.god.

kontakt: pavlekasap@gmail.com